Jurnal e-DuMath, Volume 12 Number 2 (2026) Hlm. 360-371
ISSN Print : 2356-2102
ISSN Online : 2356-2099
DOI: https://doi.org/10.26638/

# Efektivitas Challenge Based Learning Berbantuan Website terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa

**Deafit Ridho Nugroho[1)], Emi Pujiastuti[2)]**
[1), 2)] **Universitas Negeri Semarang**
***Corresponding author e-mail:** deafitridhon@students.unnes.ac.id

**Abstract**

Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan kompetensi esensial yang pencapaiannya masih rendah. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas model *Challenge Based Learning* (CBL) dengan pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan website interaktif (Zona Matematika) terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Penelitian ini menggunakan metode *Quasi-Experimental* dengan desain *Post-test Only Control Group Design*. Populasi penelitian adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 30 Semarang, dengan sampel sebanyak 59 siswa (30 eksperimen, 29 kontrol) yang dipilih melalui teknik *simple random sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata skor kelas eksperimen (82) melampaui Batas Tuntas Aktual (66) dengan ketuntasan klasikal sebesar 96,67%. Uji hipotesis menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0{,}05$) dengan nilai $t_{hitung} = 2{,}148$ (lebih tinggi dari $t_{tabel} = 1{,}672$) dan uji perbedaan proporsi ($z_{hitung} = 2{,}061 > z_{tabel} = 1{,}645$). Disimpulkan bahwa implementasi CBL berbantuan website dengan pendekatan pembelajaran mendalam efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa dibandingkan model *Problem Based Learning* (PBL) konvensional. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi simultan kerangka konseptual CBL, prinsip kognitif pendekatan pembelajaran mendalam, dan fasilitas manipulasi visual 3D berbasis website.

***Keywords:*** Challenge Based Learning, Pemecahan Masalah Matematis, Pembelajaran Berbantuan Website, Pembelajaran mendalam, Quasi-Experimental

## PENDAHULUAN

Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan salah satu kompetensi kunci yang sangat dibutuhkan siswa untuk menghadapi tantangan global dan kebutuhan masa depan di abad ke-21 (Ulia, Waluya, Hidayah, & Pujiastuti, 2024). Kemampuan pemecahan masalah merupakan keterampilan dasar yang harus dikuasai siswa karena memengaruhi cara mereka menalar, membuktikan, dan mengomunikasikan ide-ide matematis (Pujiastuti, 2020). Selain itu, pengembangan keterampilan ini harus memperhatikan tingkat perkembangan berpikir siswa agar strategi yang diberikan sesuai dengan cara mereka mempersepsikan tantangan matematika (Nur, Waluya, Rochmad, & Wardono, 2020). Keterampilan dasar ini tidak hanya mempersiapkan siswa secara akademis, tetapi juga menjadi bekal penting dalam merumuskan keputusan yang tepat saat menghadapi persoalan di dunia nyata (Pujiastuti, Sugiman, & Pambudi, 2025). Menurut Setiawan, Pujiastuti, dan Susilo (2021), kemampuan pemecahan masalah matematis memungkinkan siswa menggunakan pengetahuan mereka untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan

menyelesaikan berbagai masalah kompleks secara efektif. Meskipun telah menjadi prioritas utama dalam kurikulum matematika, laporan Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa kemampuan matematika pelajar Indonesia masih tergolong rendah dibandingkan negara-negara tetangga, menandakan bahwa hasil yang dicapai di lapangan belum sepenuhnya optimal.

Rendahnya kemampuan ini sering kali dipicu oleh berbagai kendala saat siswa berhadapan dengan persoalan matematis. Rahmatika, Krairiani, dan Akmal (2022) menyoroti bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kelemahan mendasar dalam menganalisis maksud dari sebuah soal, di mana banyak siswa dapat menjawab dengan benar namun tidak mampu menjelaskan teknik penyelesaiannya. Permasalahan ini semakin diperumit oleh kurangnya kemampuan siswa dalam memantau proses penyelesaian secara sistematis, sebagaimana yang diungkapkan oleh Lasdianto, Haerudin, dan Abadi (2023). Lebih lanjut, Septianingtyas dan Jusra (2020) menemukan bahwa siswa juga cenderung pasif dan kurang mampu mengevaluasi hasil akhir pekerjaannya secara mandiri. Oleh karena itu, urgensi perbaikan pendidikan matematika saat ini terletak pada perancangan strategi pembelajaran yang mampu membuat siswa lebih aktif dan mandiri (Widad & Hadi, 2025).

Salah satu model pembelajaran yang dipandang efektif untuk menjembatani permasalahan tersebut adalah Challenge Based Learning (CBL). Model ini mengintegrasikan pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis proyek, dan pembelajaran kontekstual yang difokuskan pada penyelesaian masalah kehidupan sehari-hari (Fairazatunnisa, Dwirahayu, & Musyrifah, 2021). Melalui tiga tahapan utamanya, yaitu Engage, Investigate, dan Act, model CBL secara sistematis mendorong keaktifan siswa untuk mengidentifikasi pengetahuan awal mereka (Okta Viona, Junaedi, & Ardiansyah, 2023). Selaras dengan hal tersebut, Pepin dan Kock (2021) menambahkan bahwa struktur tahapan ini sangat efektif dalam menstimulasi kemampuan siswa untuk merumuskan solusi konkret dari tantangan yang dihadapi.

Efektivitas model CBL akan mencapai titik optimal jika dipadukan dengan pendekatan pembelajaran mendalam. Berbeda dengan surface learning yang hanya berorientasi pada hafalan mekanis, pendekatan pembelajaran mendalam mengonstruksi pemahaman relasional di mana siswa secara aktif mengaitkan konsep baru dengan pengetahuan sebelumnya (Sari, 2025). Rahayu, Setiani, Yulindra, dan Azzahra (2025) menjelaskan bahwa perpaduan ini mampu menggeser fokus dari sekadar penyampaian materi menjadi pemahaman konsep yang kokoh. Keterlibatan kognitif dalam pendekatan pembelajaran mendalam menuntut siswa untuk melakukan refleksi kritis dan regulasi diri (Dalia, Muslihin, & Nur, 2025), yang mana proses teoritis ini sangat selaras untuk diterapkan pada tahap investigasi dalam sintaks CBL. Orientasi pemahaman yang mendalam ini sangat krusial untuk mengarahkan siswa pada kemampuan penerapan konsep secara praktis di kehidupan nyata (Rasma, Khalid, & Saleha, 2025).

Meskipun demikian, penyajian tantangan dunia nyata dalam CBL akan lebih menarik dan mudah diinvestigasi jika didukung oleh media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep abstrak menjadi lebih konkret.

Pemanfaatan teknologi berbasis website hadir sebagai solusi potensial. Platform interaktif seperti Zona Matematika tidak hanya menyajikan materi secara dinamis, tetapi juga dilengkapi dengan fitur modul investigasi mandiri dan visualisasi objek tiga dimensi (3D) yang memfasilitasi siswa dalam mengeksplorasi masalah. Integrasi media digital seperti ini terbukti efektif untuk meningkatkan kemampuan analitis siswa dalam memahami masalah matematika yang kompleks (Azizah, Meilina, & Susilo, 2024).

Keberhasilan model CBL juga telah dibuktikan oleh beberapa penelitian terdahulu. Dinasari, Ardiansyah, dan Wijayanti (2025) menemukan bahwa implementasi CBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEM efektif dalam mendongkrak kemampuan pemecahan masalah matematis. Selain itu, Wardani, Dewi, dan Waluya (2024) menemukan bahwa representasi digital dalam CBL membantu siswa mengubah masalah abstrak menjadi situasi realistis. Namun, dari tinjauan tersebut, terdapat kesenjangan penelitian yang mendasar. Penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada penerapan inovasi model seperti CBL secara tunggal, atau hanya berfokus pada penggunaan media digital, tanpa pijakan pendekatan kognitif (pembelajaran mendalan) yang mengikat keduanya secara kohesif dalam satu ekosistem pembelajaran.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kebaruan novelty dari penelitian ini terletak pada formulasi integrasi tiga elemen secara simultan: kerangka konseptual CBL, prinsip kognitif pendekatan pembelajaran mendalam, dan fasilitas manipulasi visual 3D berbasis website interaktif (Zona Matematika). Penelitian ini tidak sekadar menguji penggunaan website, melainkan mengevaluasi bagaimana website tersebut bertindak sebagai katalisator agar siswa mencapai tingkat Deep Learning saat menyelesaikan tantangan CBL. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis efektivitas implementasi model Challenge Based Learning berbantuan website melalui pendekatan pembelajran mendalam terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa, dengan harapan dapat memberikan kontribusi literatur baru mengenai ekosistem pembelajaran matematika digital yang komprehensif.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang menerapkan rancangan *Quasi Experimental* dengan desain *Post-test Only Control Group Design*. Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh siswa kelas VIII di SMP Negeri 30 Semarang. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *simple random sampling* dengan mempertimbangkan homogenitas populasi. Berdasarkan teknik tersebut, terpilih dua kelas sebagai subjek penelitian, yaitu kelas VIII-F yang terdiri dari 30 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas VIII-G yang terdiri dari 29 siswa sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran *Challenge Based Learning* (CBL) dengan pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan website Zona Matematika, sedangkan kelas kontrol diajar menggunakan model konvensional *Problem Based Learning* (PBL).

Prosedur pelaksanaan pada kelas eksperimen mengintegrasikan sintaks CBL dengan prinsip pendekatan pembelajaran mendalam melalui pemanfaatan website Zona Matematika dalam tiga tahapan. Pada tahap *Engage* (keterikatan),

pembelajaran dimulai dengan menghadapkan siswa pada ide besar dan pertanyaan esensial terkait tantangan dunia nyata di website untuk memicu ketertarikan kognitif awal. Pada tahap *Investigate* (investigasi), siswa melakukan penyelidikan secara berkelompok dengan memanipulasi visualisasi objek tiga dimensi (3D) dan simulasi jaring-jaring digital pada ekosistem website. Proses ini menggeser fokus dari sekadar menghafal rumus mekanis menjadi pemahaman relasional dan konstruksi konsep yang kokoh. Terakhir, pada tahap *Act* (tindakan), siswa merumuskan, menguji, dan mempresentasikan strategi pemecahan masalah secara runtut serta melakukan refleksi atas seluruh proses kognitif yang dilalui.

Pengumpulan data kuantitatif dilakukan menggunakan metode tes di akhir rangkaian pembelajaran melalui instrumen tes kemampuan pemecahan masalah matematis berbentuk uraian. Sebelum diimplementasikan, perangkat pembelajaran dan instrumen tes diuji kelayakannya melalui validasi ahli. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa instrumen tes memperoleh persentase kelayakan sebesar 95,31% yang masuk dalam kategori sangat baik. Selanjutnya, instrumen melalui tahap uji coba empiris di kelas IX-H untuk mengukur keandalan teknis secara statistik. Hasil uji validitas menggunakan korelasi *Product Moment* menunjukkan bahwa seluruh butir soal valid dengan indeks korelasi berkisar antara 0,745 hingga 0,841 yang secara keseluruhan melampaui $r_{tabel}$ (0,367) pada kriteria tinggi. Pada pengujian reliabilitas menggunakan rumus *Alpha Cronbach*, diperoleh koefisien sebesar 0,86 yang membuktikan bahwa instrumen memiliki konsistensi yang sangat tinggi. Analisis daya pembeda menunjukkan bahwa instrumen mampu membedakan tingkat kompetensi siswa dengan baik, yang dibuktikan dengan indeks daya beda pada rentang 0,330 hingga 0,509 (kriteria cukup hingga baik). Sementara itu, komposisi tingkat kesukaran soal juga tersusun secara proporsional dengan memuat soal berkriteria mudah (indeks 0,790) dan mayoritas soal berkriteria sedang (indeks berkisar antara 0,386 hingga 0,686).

Teknik analisis data kuantitatif ditujukan untuk mengukur efektivitas model pembelajaran berdasarkan skor *post-test* dari kedua kelompok. Data hasil tes terlebih dahulu diuji melalui uji prasyarat, yakni uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilk dan uji homogenitas varians dengan *Levene's Test* pada taraf signifikansi 5%. Setelah prasyarat terpenuhi, pengujian hipotesis efektivitas dilakukan melalui empat uji statistik parametrik: (1) ketuntasan rata-rata kelas eksperimen diuji menggunakan *One-Sample t-test* pihak kanan terhadap Batas Tuntas Aktual (BTA), (2) ketuntasan proporsi klasikal diuji menggunakan uji proporsi satu pihak kanan dengan standar di atas 75%, (3) perbandingan hasil kemampuan pemecahan masalah matematis antara kelas eksperimen dan kontrol diuji melalui *Independent Samples* $t-test$ pihak kanan, dan (4) perbedaan proporsi ketuntasan siswa antara kedua kelas dianalisis menggunakan uji kesamaan dua proporsi ($Z-test$) pihak kanan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis untuk mengukur efektivitas pembelajaran, data hasil tes akhir (*post-test*) kemampuan pemecahan masalah matematis dari kedua kelompok sampel terlebih dahulu diuji prasyarat analisisnya menggunakan statistik parametrik. Uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,829 untuk kelas eksperimen dan 0,105 untuk kelas kontrol. Karena kedua nilai signifikansi tersebut lebih besar dari taraf 0,05 ($p > 0{,}05$), maka disimpulkan bahwa data kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada kedua kelompok sampel berdistribusi secara normal. Selanjutnya, pengujian homogenitas varians menggunakan *Levene's Test* menghasilkan nilai statistik sebesar 0,026 dengan signifikansi sebesar 0,871 ($p > 0{,}05$), yang membuktikan secara mutlak bahwa kedua kelompok sampel memiliki varians data yang sama atau homogen. Setelah seluruh uji prasyarat terpenuhi, analisis data dilanjutkan dengan pengujian empat hipotesis statistik utama parametrik yang dirangkum secara lengkap pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Ringkasan Hasil Uji Hipotesis Efektivitas Pembelajaran

| Uji | Parameter Kelompok Sampel | Nilai Hitung | Nilai Tabel | ***Signifikansi*** | Kesimpulan |
|---|---|---|---|---|---|
| **Uji Ketuntasan Rata-rata ($t-test$)** | Eksperimen: $\bar{x} = 82$ $s = 9{,}021$ $n = 30$ $BTA = 66$ | 9,715 | 1,699 | $p < 0{,}05$ | Rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematis siswa melebihi BTA. |
| **Uji Ketuntasan Klasikal ($z-test$)** | Eksperimen: Jumlah tuntas adalah 29 dari 30 siswa<br><br>Standar Target Klasikal adalah 75% | 2,741 | 1,699 | $p < 0{,}05$ | Proporsi siswa pada pembelajaran model *Challenge Based Learning* berbantuan website melalui pendekatan pembelajaran mendalam yang tuntas lebih dari 75%. |
| **Uji Beda Rata-rata ($t-test$)** | Eksperimen: $\bar{x}_1 = 82$ $s_1 = 9{,}021$<br><br>Kontrol: $\bar{x}_2 = 76{,}83$ | 2,148 | 1,672 | $p < 0{,}05$ | Rata-rata hasil tes kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $s_2 = 9{,}242$ | | | | model *Challenge Based Learning* dengan pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan website lebih dari rata-rata hasil tes kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada model *Problem Based Learning.* |
| **Uji Beda Proporsi** ($\boldsymbol{z - test}$) | Eksperimen: Proporsi tuntas sebesar 96,67%<br><br>Kontrol: Proporsi tuntas sebesar 79,31% | 2,061 | 1,645 | $p < 0{,}05$ | Proporsi siswa yang mencapai BTA pada pembelajaran *Challenge Based Learning* dengan pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan website lebih dari proporsi siswa yang mencapai BTA pada pembelajaran *Problem Based Learning.* |

Pengujian hipotesis pertama mengenai ketuntasan rata-rata menggunakan *One-Sample t-test* ditujukan untuk menguji secara empiris apakah rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas eksperimen (kelas VIII-F) yang mendapatkan perlakuan model *Challenge Based Learning* (CBL) berbantuan website melalui pendekatan pembelajaran mendalam mampu melampaui standar minimal Batas Tuntas Aktual (BTA) yang disyaratkan. Hasil komputasi data menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata ($\bar{x}$) sebesar 82 dengan simpangan baku 9,021, yang secara absolut berada jauh di atas skor BTA yang ditetapkan yaitu 66. Berdasarkan pengujian statistik parametrik, ditemukan bahwa nilai $t_{hitung}$ yang diperoleh adalah sebesar 9,715. Nilai hitung ini kemudian dibandingkan dengan

batas kritis pada tabel distribusi t dengan derajat kebebasan $(dk) = 29$ pada taraf signifikansi 5%, yang menghasilkan nilai $t_{tabel} = 1{,}699$. Karena nilai $t_{hitung} = 9{,}715$ lebih besar dari $t_{tabel} = 1{,}699$ dengan tingkat signifikansi $p < 0{,}05$, maka keputusan statistik yang diambil adalah menolak hipotesis nol $(H_0)$ dan menerima hipotesis alternatif $(H_1)$. Fakta empiris ini sejalan dengan kerangka konseptual yang dikembangkan oleh Pujiastuti, Sugiman, dan Pambudi (2025) yang menegaskan bahwa standarisasi batas ketuntasan aktual yang tinggi sangat krusial dalam mengukur ketahanan kognitif siswa saat memecahkan persoalan matematika non-rutin.

Pengujian hipotesis kedua mengenai ketuntasan proporsi klasikal kelas eksperimen dimaksudkan untuk mengevaluasi efektivitas pembelajaran berdasarkan persentase total siswa yang berhasil tuntas mencapai BTA. Standar ketuntasan klasikal yang ditetapkan adalah minimal sebesar 75% dari keseluruhan jumlah siswa di dalam kelas perlakuan. Data lapangan mencatat bahwa dari total 30 siswa yang mengikuti tes akhir di kelas eksperimen, sebanyak 29 siswa (96,67%) sukses memperoleh nilai di atas BTA. Berdasarkan analisis statistik proporsi tunggal menggunakan uji Z, diraih nilai $z_{hitung}$ sebesar 2,741. Jika nilai ini dikonfrontasikan dengan nilai $z_{tabel}$ batas penolakan sebesar 1,699 pada taraf kepercayaan 95%, maka terlihat dengan jelas bahwa nilai $z_{hitung} = 2{,}741$ melampaui $z_{tabel} = 1{,}699$ dengan signifikansi $p < 0{,}05$. Hasil ini menuntun pada keputusan penolakan terhadap hipotesis nol $(H_0)$, yang mengonfirmasi bahwa proporsi siswa kelas eksperimen yang mencapai ketuntasan belajar secara klasikal telah berhasil menembus dan melampaui target minimal 75%. Keberhasilan pencapaian klasikal yang tinggi dalam kerangka kerja pembelajaran berbasis tantangan ini memperkuat temuan dari Dinasari, Ardiansyah, dan Wijayanti (2025) serta Jati dan Pujiastuti (2026) yang menyatakan bahwa sintaks instruksional yang terstruktur mampu meratakan pemahaman konsep ke seluruh lapisan kemampuan siswa di dalam kelas secara masif.

Pengujian hipotesis ketiga diaplikasikan melalui uji *Independent Samples t-test* untuk menyelidiki secara komparatif apakah tingkat kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas eksperimen jauh lebih unggul daripada capaian siswa kelas kontrol yang menerapkan model konvensional *Problem Based Learning* (PBL). Secara deskriptif, terlihat gap skor rata-rata yang cukup mencolok, di mana rata-rata pencapaian kelas eksperimen bertengger pada angka 82 dengan simpangan baku 9,021, sedangkan rata-rata kelas kontrol hanya mencapai angka 76,83 dengan simpangan baku 9,242. Melalui pengujian statistik komparatif parametrik, diperoleh nilai $t_{hitung}$ sebesar 2,148. Dengan derajat kebebasan $(dk) = 57$ pada taraf kekeliruan 5%, diperoleh nilai ambang kritis $t_{tabel} = 1{,}672$. Karena kriteria pengujian menunjukkan nilai $t_{hitung} = 2{,}148$ melampaui $t_{tabel} = 1{,}672$ pada signifikansi $p < 0{,}05$, maka hipotesis nol $(H_0)$ secara sah ditolak. Pembuktian induktif statistik ini membuktikan bahwa pengkondisian model pembelajaran CBL yang dinamis terbukti memberikan kontribusi performa akademik yang jauh lebih superior dibandingkan model konvensional, serupa dengan konfirmasi empiris yang dilaporkan oleh Wardani, Dewi, dan Waluya (2024) serta Okta Viona, Junaedi, dan Ardiansyah (2023).

Pengujian hipotesis keempat menggunakan uji kesamaan dua proporsi (*Z-test*) bertujuan untuk mengonfirmasi apakah persentase jumlah siswa yang tuntas mencapai BTA di kelas eksperimen jauh lebih mendominasi dibandingkan persentase ketuntasan di kelas kontrol. Perbandingan data faktual menunjukkan dominasi yang sangat kuat dari kelas eksperimen, di mana tingkat keberhasilan siswa mencapai kelulusan individual menyentuh angka 96,67% (29 dari 30 siswa tuntas), sementara tingkat kelulusan individual kelas kontrol hanya berada pada angka 79,31% yaitu sebanyak 23 dari 29 siswa yang tuntas. Hasil pengujian hipotesis dua proporsi secara matematis menghasilkan nilai $z_{hitung}$ sebesar 2,061. Nilai hitung ini terbukti melampaui batas kritis penyebaran distribusi normal $z_{tabel}$ sebesar 1,645 pada taraf signifikansi 5% ($z_{hitung} = 2{,}061 \geq z_{tabel} = 1{,}645;\ p < 0{,}05$). Konsekuensi dari penolakan terhadap hipotesis nol ($H_0$) ini memberikan landasan ilmiah yang valid bahwa proporsi siswa yang sukses mencapai ketuntasan aktual pada kelas eksperimen secara signifikan jauh lebih tinggi daripada kelompok kontrol, yang mana temuan ini memperkokoh basis data penelitian terdahulu oleh Fairazatunnisa, Dwirahayu, dan Musyrifah (2021) mengenai efisiensi ketuntasan kelompok dalam pembelajaran matematika berbasis tantangan nyata.

Tingginya efektivitas dan kualitas capaian kemampuan pemecahan masalah matematis pada kelas eksperimen ini didorong oleh mekanisme interaksi kognitif yang kuat antara kerangka kerja sintaks CBL dengan prinsip-prinsip pembelajaran mendalam melalui fasilitas ekosistem digital website Zona Matematika. Platform interaktif ini bertindak sebagai katalis kognitif dalam memindahkan zona belajar siswa dari yang semula sekadar menghafal rumus mekanis (*surface learning*) menjadi penguasaan konsep relasional yang kokoh (*deep learning*). Sesuai dengan teori yang dipaparkan oleh Sari (2025) serta Rahayu, Setiani, Yulindra, dan Azzahra (2025), proses pergeseran dari pemahaman dangkal menuju pemahaman yang mendalam membutuhkan keterlibatan kognitif tingkat tinggi di mana siswa secara aktif mengonstruksi makna konsep baru. Eksplorasi fitur visualisasi objek tiga dimensi (3D) dan simulasi jaring-jaring digital pada website memberikan ruang investigasi mandiri berbasis tindakan nyata yang sejalan dengan tuntutan regulasi diri dalam *Deep Learning* (Dalia, Muslihin, & Nur, 2025). Orientasi pemahaman yang kokoh inilah yang menjadi fondasi utama bagi siswa untuk mengaplikasikan konsep geometri secara praktis saat membedah persoalan faktual di dunia nyata (Rasma, Khalid, & Saleha, 2025). Keberhasilan siswa dalam mengonstruksi pemahaman konsep geometri melalui website interaktif ini sejalan dengan kerangka kerja *Deep Learning* yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam proses berpikir tingkat tinggi (Fullan, Quinn, & McEachen, 2018).

Jika dianalisis secara komprehensif berdasarkan indikator kemampuan pemecahan masalah matematis menurut standar NCTM, kontribusi nyata dari ekosistem pembelajaran ini terlihat secara detail pada setiap tahapan perkembangan kognitif siswa. Pada indikator pertama, yaitu membangun pengetahuan matematika baru melalui pemecahan masalah, peningkatan kemampuan siswa kelas eksperimen ditunjukkan melalui ketelitian yang tinggi dalam mengekstraksi dan merinci seluruh informasi kuantitatif yang tersedia di dalam soal cerita kontekstual. Pembiasaan kerangka kerja CBL pada fase

*Engage* terbukti efektif memicu ketertarikan kognitif awal siswa sehingga mereka tidak lagi melakukan kesalahan reduktif dalam mengidentifikasi masalah, sebuah kendala mendasar yang sebelumnya sering dikeluhkan dalam penelitian Rahmatika, Krairiani, dan Akmal (2022) serta Setiawan, Pujiastuti, dan Susilo (2021). Karakteristik website interaktif ini melatih kedisiplinan operasional siswa untuk merumuskan struktur variabel matematika secara lengkap dan presisi sebelum melompat ke tahap penyelesaian perhitungan numerik.

Pada indikator kedua, yaitu memecahkan masalah yang muncul dalam matematika dan dalam konteks lain, kemampuan siswa dalam menghadapi persoalan non-rutin mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Ketika siswa dihadapkan pada tantangan kontekstual yang rumit terkait dimensi ruang gabungan, hambatan visual-spasial yang biasanya menjadi batu sandungan utama siswa sebagaimana dicatat oleh Pepin dan Kock (2021) dapat diatasi dengan baik. Akses manipulasi spasial objek 3D di website Zona Matematika selama fase investigasi berkelompok memberikan pengalaman konkret yang meluruskan miskonsepsi geometris siswa. Hal ini sejalan dengan kesimpulan dari Azizah, Meilina, dan Susilo (2024) yang menyatakan bahwa visualisasi multimedia interaktif yang tepat berbasis *Challenge Based Learning* mampu mengurai kompleksitas bangun ruang abstrak menjadi struktur representasi matematika kontekstual yang mudah dianalisis secara mendalam.

Selanjutnya, pada indikator ketiga, yaitu menerapkan dan menggunakan berbagai strategi yang tepat untuk menyelesaikan masalah, keberhasilan terekam jelas dari bagaimana siswa kelas eksperimen menyusun dan mengeksekusi langkah pemodelan operasi matematika secara runtut, operasional, dan bebas dari cacat logika. Kemampuan penentuan strategi penyelesaian ini sangat erat kaitannya dengan kemandirian berpikir matematis yang sistematis (Ulia, Waluya, Hidayah, & Pujiastuti, 2024). Siswa kelas eksperimen secara inisiatif mampu mendefinisikan strategi modifikasi rumus yang akurat saat menyelesaikan kasus bangun ruang sisi datar yang tidak utuh, serta menunjukkan ketelitian taktis saat melakukan operasi konversi satuan luas. Jejak pengerjaan berhitung yang rapi pada lembar jawaban siswa menegaskan berkembangnya kontrol operasional yang baik, meminimalkan kecerobohan prosedural yang biasanya dipicu oleh kecemasan matematis atau ketidaksiapan taktis siswa ketika berhadapan dengan angka-angka nominal yang besar (Lasdianto, Haerudin, & Abadi, 2023).

Terakhir, pada indikator keempat, yaitu memantau dan merefleksikan proses pemecahan masalah matematika, terjadi peningkatan kualitas yang paling menonjol melalui berkembangnya keterampilan metakognisi dan regulasi diri yang sangat kuat pada diri siswa. Selama tahapan *Act* dalam sintaks CBL, siswa dibiasakan untuk tidak hanya mengejar hasil akhir berupa nilai numerik semata, melainkan didorong untuk melakukan evaluasi dan pemeriksaan kembali terhadap seluruh prosedur berpikir yang telah mereka lalui untuk meminimalkan sikap pasif dalam koreksi data (Septianingtyas & Jusra, 2020). Manifestasi dari kemampuan refleksi kritis ini terlihat dari kebiasaan disiplin siswa di kelas eksperimen yang selalu menutup lembar kerja mereka dengan kalimat kesimpulan verbal operasional yang relevan dengan konteks pertanyaan awal. Kemampuan metakognisi yang terlatih ini terbukti mampu membuat

siswa mendeteksi kesalahan penggunaan simbol di awal pengerjaan secara mandiri, yang mana pembiasaan mengevaluasi alur berpikir ini merupakan esensi utama dalam perancangan strategi pembelajaran matematika abad ke-21 yang bermakna (Widad & Hadi, 2025).

## SIMPULAN

Implementasi model *Challenge Based Learning* (CBL) dengan pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan website interaktif (Zona Matematika) terbukti secara signifikan efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Ekosistem pembelajaran ini berhasil memberikan dampak positif yang merata pada setiap indikator kemampuan pemecahan masalah, mulai dari kedisiplinan mengidentifikasi variabel masalah, ketajaman mengabstraksikan persoalan nonrutin, ketepatan mengeksekusi strategi pemodelan, hingga penguatan keterampilan metakognisi melalui refleksi kritis terhadap solusi yang ditemukan. Implikasi pedagogis dari penelitian ini menegaskan bahwa sintaks pembelajaran berbasis tantangan yang dikombinasikan dengan manipulasi objek digital mampu memindahkan fokus belajar siswa dari sekadar hafalan prosedural yang dangkal (*surface learning*) menuju penguasaan konsep relasional yang bermakna dan mendalam.

Meskipun menunjukkan hasil yang superior, penelitian ini memiliki keterbatasan materi yang diujikan, yaitu masih terbatas pada topik geometri bangun ruang sisi datar pada jenjang sekolah menengah pertama dengan durasi intervensi yang relatif singkat. Berdasarkan keterbatasan tersebut, peneliti selanjutnya direkomendasikan untuk memperluas implementasi kerangka kerja CBL berbantuan website interaktif ini pada cakupan materi matematika abstrak lainnya guna menguji konsistensi efektivitas model secara lebih luas. Selain itu, penelitian masa depan juga disarankan untuk mengeksplorasi pengaruh ekosistem digital ini terhadap variabel psikologis atau faktor internal siswa lainnya, seperti kecemasan matematis (*mathematics anxiety*), kemandirian belajar (*self-regulated learning*), ataupun ketahanan kognitif (*adversity quotient*) demi mewujudkan formulasi strategi pembelajaran matematika digital yang lebih adaptif, inklusif, dan komprehensif.

## REFERENSI

Azizah, F., Meilina, S. A., & Susilo, B. E. (2024). Studi literatur review: Pengembangan E-LKPD sistem persamaan linear tiga variabel berbasis *Challenge Based Learning* dengan berbantuan Liveworksheets untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *7*, 648-654.

Dalia, A., Muslihin, H. Y., & Nur, L. (2025). Analisis kebutuhan desain pembelajaran mendalam (deep learning) matematika. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, *25*(2), 202-210. https://doi.org/10.17509/jpp.v25i2.83393

Dinasari, A., Ardiansyah, A. S., & Wijayanti, K. (2025). Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa ditinjau dari adversity quotient pada Challenge Based Learning terintegrasi STEM. *Leibniz: Jurnal Matematika*, *5*(2), 61-75. https://doi.org/10.59632/leibniz.v5i02.526

Fairazatunnisa, F., Dwirahayu, G., & Musyrifah, E. (2021). Challenge based learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi persamaan linear satu variabel. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, *3*(5), 1942-1956. https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i5.702

Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2018). *Deep Learning: Engage the World Change the World*. Corwin.

Jati, S. N., & Pujiastuti, E. (2026). Potensi model Challenge Based Learning terintegrasi STEM context berbasis video animasi terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis. *Al-Irsyad Journal of Mathematics Education*, *5*(1), 278-295.

Lasdianto, J. R., Haerudin, & Abadi, A. P. (2023). Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP berdasarkan kecemasan matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *14*(1), 88-102. https://doi.org/10.36709/jpm.v14i1.17

Nur, A. S., Waluya, S. B., Rochmad, R., & Wardono, W. (2020). Contextual learning with ethnomathematics in enhancing the problem solving based on thinking levels. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, *5*(3), 331-344. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v5i3.11679

Okta Viona, V., Junaedi, I., & Ardiansyah, A. S. (2023). Telaah model Challenge Based Learning terintegrasi STEAM berbantuan Sevima Edlink terhadap kemampuan berpikir kreatif. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *6*, 910-917.

Pepin, B., & Kock, Z. (2021). Students' use of resources in a challenge-based learning context involving mathematics. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, *7*(2), 306-327.

Pujiastuti, E. (2020). Analysis and tracing of the problem solving process by students in advanced calculus at UNNES. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, *443*, 83-86. https://doi.org/10.2991/assehr.k.200529.019

Pujiastuti, E., Sugiman, & Pambudi, M. (2025). Promoting mathematics problem-solving ability in gamification integration using augmented reality. *European Journal of Educational Research*, *14*(2), 645-660. https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.2.645

Rahayu, C., Setiani, W. R., Yulindra, D., & Azzahra, L. (2025). Pendidikan matematika realistik Indonesia dalam pembelajaran mendalam (deep learning): Tinjauan literatur. *Jurnal Pendidikan Matematika Universitas Lampung*, *13*(1), 9-25. https://doi.org/10.23960/mtk/v13i1.pp9-25

Rahmatika, Krairiani, & Akmal, N. (2022). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematika ditinjau dari gaya belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *3*(1), 15-28.

Rasma, R., Khalid, M. I., & Saleha, S. (2025). Penerapan pembelajaran deep learning untuk meningkatkan kemampuan numerasi siswa kelas VI. *Cokroaminoto Journal of Primary Education*, *8*(1), 455-465. https://doi.org/10.30605/cjpe.812025.5630

Sari, R. K. (2025). Menumbuhkan pemahaman konseptual matematika melalui deep learning: Sebuah kajian sistematik literatur. *Pedagogy: Jurnal*

*Pendidikan Matematika*, *10*(4), 1494-1506. https://doi.org/10.30605/pedagogy.v10i4.7108

Septianingtyas, N., & Jusra, H. (2020). Kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik berdasarkan adversity quotient. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *4*(2), 657-672.

Setiawan, M., Pujiastuti, E., & Susilo, B. E. (2021). Tinjauan pustaka sistematik: Pengaruh kecemasan matematika terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, *13*(2), 239-256. https://doi.org/10.37680/qalamuna.v13i2.870

Ulia, N., Waluya, S. B., Hidayah, I., & Pujiastuti, E. (2024). The relation of complex problem solving with reflective abstraction: a systematic literature review. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *13*(3), 2020-2031. https://doi.org/10.11591/ijere.v13i3.26358

Wardani, V. R., Dewi, R. R., & Waluya, N. (2024). Implementasi model Challenge Based Learning terintegrasi STEAM terhadap kemampuan representasi matematis siswa. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *7*, 559-569.

Widad, H. D., & Hadi, M. S. (2025). Realistic mathematics education, kemampuan pemecahan masalah, dan pembelajaran matematika di sekolah dasar. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, *8*(2), 2309-2315. https://doi.org/10.54371/jiip.v8i2.7146